

A2

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 04-162623

(43)Date of publication of application : 08.06.1992

(51)Int.Cl.

H01L 21/302
C23F 4/00

(21)Application number : 02-287330

(71)Applicant : MITSUBISHI ELECTRIC CORP

(22)Date of filing : 26.10.1990

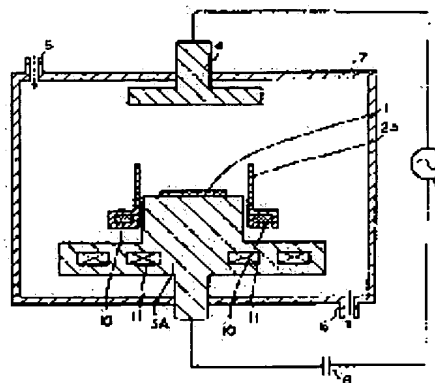
(72)Inventor : ISHIDA TOMOAKI

(54) METHOD AND APPARATUS FOR PLASMA TREATMENT

(57)Abstract:

PURPOSE: To improve the uniformity of a laminated film by using one apparatus, to improve the yield and the electric characteristic of a semiconductor device by a method wherein a focusing ring which is arranged so as to surround the circumference of a substrate to be treated with a plasma and on which a magnet is installed is levitated up to a prescribed height by means of the magnetic field of another magnet.

CONSTITUTION: When an electric current is applied to an electromagnet 11, the electromagnet 11 and a permanent magnet 10 which has been buried in a focusing ring 2A repel each other, and the focusing ring 2A is levitated magnetically and stands still. The electric current which is made to flow to the electromagnet 11 is set in such a way that the height of the focusing ring 2A becomes a height capable of obtaining the most favorable uniformity when the uppermost layer in a laminated film formed on a substrate 1 to be treated is etched. A high-frequency voltage from a high-frequency power supply 9 is applied across high-frequency electrodes 3, 4. A plasma by a reactive gas is generated between the high-frequency electrodes 3, 4. The uppermost layer in the laminated film is etched. A second layer is etched. When the laminated film is formed of two or more layers, the above operation is repeated up to the number of laminated layers in the laminated film.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平4-162623

⑬ Int.Cl.⁵

H 01 L 21/302
C 23 F 4/00

識別記号

C
G

庁内整理番号

7353-4M
7179-4K

⑭ 公開 平成4年(1992)6月8日

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全6頁)

⑮ 発明の名称 プラズマ処理方法及びプラズマ処理装置

⑯ 特 願 平2-287330

⑰ 出 願 平2(1990)10月26日

⑱ 発 明 者 石 田 智 章 兵庫県伊丹市瑞原4丁目1番地 三菱電機株式会社エル・エス・アイ研究所内

⑲ 出 願 人 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内2丁目2番3号

⑳ 代 理 人 弁理士 曾我 道照 外5名

明 細 書

1. 発明の名称

プラズマ処理方法及びプラズマ処理装置

2. 特許請求の範囲

(1) 処理容器内に互いに対向して配置された高周波電極の一方に被処理基板を載置し、

上記処理容器内を排気すると共にこの処理容器内に反応性ガスを導入し、

上記高周波電極間に高周波電力を印加してプラズマを発生させ上記被処理基板を処理する際に、上記被処理基板の周囲を囲むように配置され磁石が設けられたフォーカスリングを他の磁石の磁場により所定の高さまで浮上させることを特徴とするプラズマ処理方法。

(2) 反応性ガス導入口及び排気口が設けられた処理容器と、

この処理容器内に互いに対向して配置された高周波電極と、

これらの高周波電極に接続された高周波電源と、

上記高周波電極の一方に載置された被処理基板

と、

上記処理容器内に磁場を発生させる磁場発生手段と、

上記被処理基板の周囲を囲むように配置され磁石が設けられると共に、上記磁場により所定の高さに浮上するフォーカスリングとを備えたことを特徴とするプラズマ処理装置。

3. 発明の詳細な説明

[産業上の利用分野]

この発明は、プラズマ処理方法及びプラズマ処理装置、特に、半導体装置の製造工程、特にエッチング工程などにおいて用いられるプラズマ処理方法及びプラズマ処理装置に関するものである。

[従来の技術]

半導体装置の製造工程において、サブミクロン領域の微細な配線パターンを形成するエッチング処理には、反応性ガスのプラズマを用いたプラズマエッチングやリアクティブイオンエッチング(RIE)が現在広く行われている。

第4図は従来のリアクティブイオンエッチング

装置を示す概略側面断面図であり、図において、処理容器(7)内には互いに対向する高周波電極(3)、(4)が配置されている。これらの高周波電極(3)、(4)間にはカップリングコンデンサ(8)が挿入されると共に、高周波電力を供給する高周波電源(9)に接続されている。また、処理容器(7)には、反応性ガスをそれぞれ導入、排出する反応性ガス導入口(5)及び排気口(6)が設けられている。高周波電極(3)上には被処理基板(1)が設置されており、さらに、この被処理基板(1)を囲むように円筒状絶縁体の通称フォーカスリング(2)が設置されている。

このフォーカスリング(2)は、被処理基板(1)表面でのエッチング反応の進行の均一性を向上させる働きをする。一般に、エッチング反応の進行は、被処理基板(1)の中央部の方が周辺部よりも遅い。これは、エッチング反応により被処理基板(1)の中央部でエッチング反応種が欠乏するため発生するものであり、これを面内ローディング効果と呼ぶ。フォーカスリング(2)は、被処理基

板(1)周辺部でのエッチング反応の進行を低下させる働きがあり、これにより被処理基板(1)上での良好なエッチング均一性が達成される。

フォーカスリング(2)により被処理基板(1)周辺部のエッチング速度が低下する理由は、被処理基板(1)上への反応性イオンの入射の立体角が被処理基板(1)周辺に行くほどフォーカスリング(2)により制限されるため、あるいは、反応性イオンの場合と同様に、反応に寄与する中性ラジカル分子の供給がフォーカスリング(2)により阻害されるためと考えられている。このため、フォーカスリング(2)の高さが高いほど、被処理基板(1)周辺部での反応性が低下することがわかる。このため、フォーカスリング(2)の高さは、良好なエッチング特性を得るための一つの重要なパラメータである。

従来のプラズマ処理装置は上述したように構成され、反応性ガス例えば CF_4 、 CHF_3 、 Cl_2 、 HCl 等をガス導入口(5)より処理容器(7)内に導入し、同時に排気口(6)より処理容器(7)内の

ガスを排気することにより処理容器(7)内を所定の圧力に保つ。この状態で、高周波電極(3)、(4)間を高周波電源(9)からの高周波電圧を印加することにより、高周波電極(3)、(4)間に反応性ガスのプラズマを発生させる。この時、被処理基板(1)を設置した側の高周波電極(3)は負の電位に帯電する。このため、プラズマ領域と高周波電極(3)間にシースと呼ばれる強い電界領域が発生する。プラズマ中で発生した反応性ガスは、このシース中の電界によって加速され、高周波電極(3)及びその上に設置されている被処理基板(1)上に入射する。このため、入射したイオンによる反応で、被処理基板(1)上に予め形成されていたポリシリコン等の薄膜がエッチングされる。

〔発明が解決しようとする課題〕

上述したようなプラズマ処理装置では、フォーカスリング(2)の高さはエッチングの均一性を制御する重要なパラメータであるので、被エッチング膜の種類、使用する反応性ガス、高周波電力の大きさなどのプロセス条件に対応して細かく調整

することが必要である。また、近年、半導体素子の高集積化に伴って、2種類以上の異なった薄膜を重ね合わせた積層膜(例えばタングステンシリサイド/ポリシリコン積層膜や、アルミニウム合金/窒化チタン積層膜)を均一性良くエッチングする必要が生じている。

しかし、従来のプラズマエッチング装置では、フォーカスリング(2)は高周波電源(3)に固定されておりその高さは一定しているため、1種類の高さのフォーカスリング(2)で各薄膜層の良好なエッチング均一性を同時に得ることは困難であり、このため、一台のプラズマ処理装置で積層膜を均一性良くエッチングすることは困難であるという問題点があった。

この発明は、このような問題点を解決するためになされたもので、一台の装置で積層膜を均一性良くエッチングし、形成する半導体装置の歩留まり、あるいは電気的特性が良好なプラズマ処理方法及びプラズマ処理装置を することを目的とする。

〔課題を解決するための手段〕

この発明の請求項(1)に係るプラズマ処理方法(3)は、フォーカスリングを被処理基板が載置された高周波電極に固定せず、フォーカスリングに設けた磁石と他の電磁石との反発力によりフォーカスリングを浮上させ、フォーカスリングの高さを電磁石に流す電流により調節してプラズマ処理を行うものである。

また、この発明の請求項(2)に係るプラズマ処理装置は、磁石を設けたフォーカスリングを他の電磁石の磁場により浮上させ、フォーカスリングの高さを調節できる機構を備えたものである。

【作用】

この発明における磁気により浮上させたフォーカスリングは、エッチング処理中にその高さを自在に調整することができるので、積層膜エッチングにおいて各層毎に最適なフォーカスリング高さを設定することが可能となり、このため、積層膜エッチングの均一性を向上させることができる。

【実施例】

第1図はこの発明の一実施例によるプラズマ処

理装置を示す断面図であり、(1)、(4)～(9)は上述した従来のプラズマ処理装置におけるものと全く同一である。この発明においては、フォーカスリング(2A)中には永久磁石(10)が埋設されており、高周波電極(3A)中には電磁石(11)が埋設されている。

上述したように構成されたプラズマ処理装置においては、まず、予めエッチングすべき積層膜が形成されレジストパターンが形成された被処理基板(1)を高周波電極(3A)上に載置する。次に、電磁石(11)に電流を通じると、電磁石(11)とフォーカスリング(2A)中に埋め込まれた永久磁石(11)とが反発し、フォーカスリング(2A)が磁気浮上して静止する。この時、電磁石(11)に流す電流は、フォーカスリング(2A)の高さが被処理基板(1)上に形成された積層膜(図示しない)中の最上層をエッチングする際最も良好な均一性が得られる高さとなるように設定する。

次に、反応性ガス例えば CF_4 、 CHF_3 、 Cl_2 、 HCl 等をガス導入口(5)より導入し、同時に排

気口(6)より排気することにより、処理容器(7)内を所定の圧力に保つ。この状態で、高周波電極(3)、(4)間に高周波電源(9)からの高周波電圧を印加することにより、高周波電極(3)、(4)間に反応性ガスのプラズマを発生させる。この状態で積層膜中の最上層をエッチングする。最上層のエッチングが終了したら、高周波電源(9)を切り、同時にガス導入口(5)からの反応性ガスの供給も停止してエッチング反応を止め、処理容器(7)内を一時排気する。

次に、第2層目のエッチングに移る。この場合も上述の操作を繰り返して行えばよい。すなわち、電磁石(11)に流す電流値を調節して、第2層目の材料に対して最もエッチング均一性の良い位置にフォーカスリング(2A)を浮上させ、反応性ガスを処理容器(7)内に導入し、高周波電極(3A)、(4)間に高周波電力を供給して反応性ガスのプラズマを発生させる。第2層目のエッチングが終了したら、最上層と同様の操作でエッチングを終了させる。2層以上の積層膜である場合、積層膜の

積層の数だけ上述の操作を繰り返せば、各層とも均一性の良好な積層膜のエッチングが行われることになる。

なお、上述した実施例では、フォーカスリング(2A)に永久磁石(10)が埋め込まれた場合について説明したが、第2図に示すように、フォーカスリング(2B)に電磁石(12)を埋設してもよい。この場合、電磁石(12)の電力供給は、ピン(13)等を用い、高周波電極(3A)内に設けられた電気的接点(14)を介して行うことができる。また、電磁石(11)は高周波電極(3A)内に埋設した場合について示したが、第3図に示すように、電磁石(15)を処理容器(7)の側部に設けたり、又は電磁石(16)を処理容器(7)の上部に設けるなどの位置に配置してもよく、上記実施例と同様な効果を奏する。

さらに、上述した実施例では、積層膜のプラズマエッチングについて説明したが、単一膜のエッチングにおいてもマルチステップエッチングを行う場合にも適用できるのは勿論であり、また、エッ

チング途中であっても、最適なエッチング条件を得るためにフォーカスリング(2A)の高さを調整してもよい。

【発明の効果】

この発明は、以上説明したとおり、フォーカスリングを磁場により浮上させ、その高さを調節できるようにしたので、エッチングの均一性が向上し、精度の高いエッチングが可能となるので、これにより生産される半導体素子の電気的特性が向上し、歩留まりが向上するという効果を奏する。

4. 図面の簡単な説明

第1図はこの発明の一実施例によるプラズマ処理装置を示す概略断面図、第2図及び第3図はこの発明の他の実施例によるプラズマ処理装置を示す概略断面図、第4図は従来のプラズマ処理装置を示す概略断面図である。

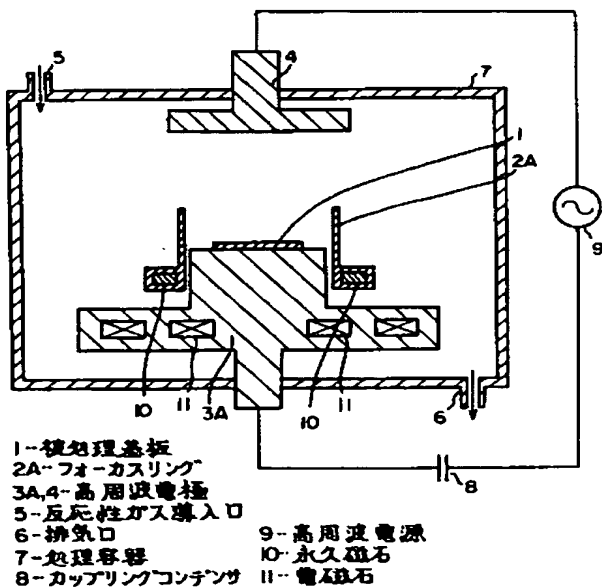
図において、(1)は被処理基板、(2A)、(2B)はフォーカスリング、(3A)、(3B)、(4)は高周波電極、(5)は反応性ガス導入口、(6)は排気口、(7)は処理容器、(8)はカップリ

(4)ングコンデンサ、(9)は高周波電源、(10)は永久磁石、(11)、(12)、(15)、(16)は電磁石、(13)はピン、(14)は電気的接点である。

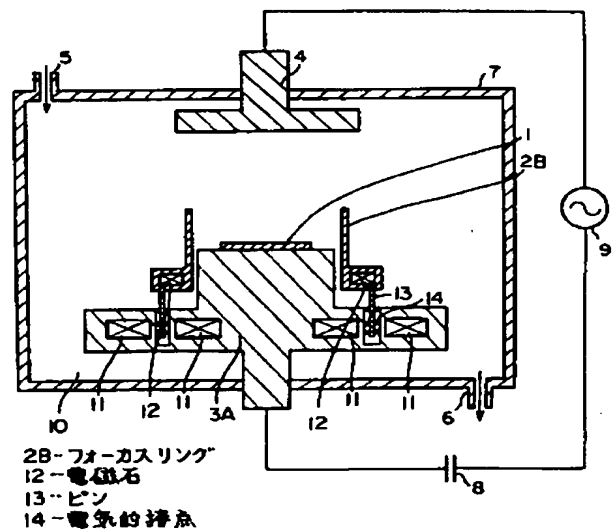
なお、各図中、同一符号は同一または相当部分を示す。

代理人 曾我道照

第1図

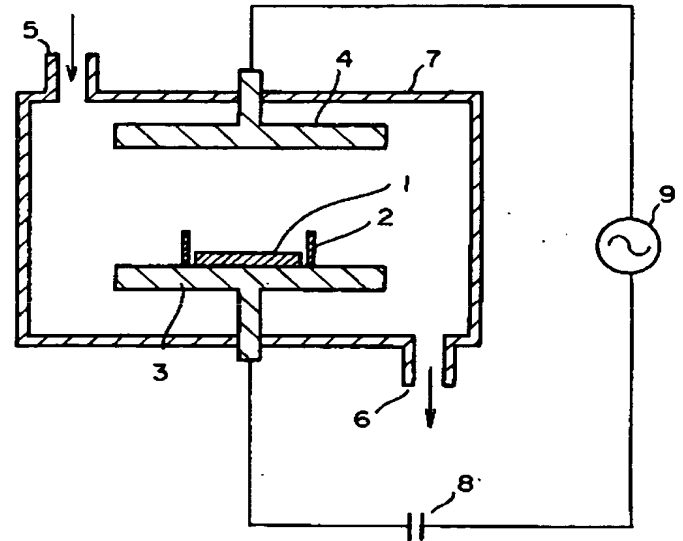


第2図

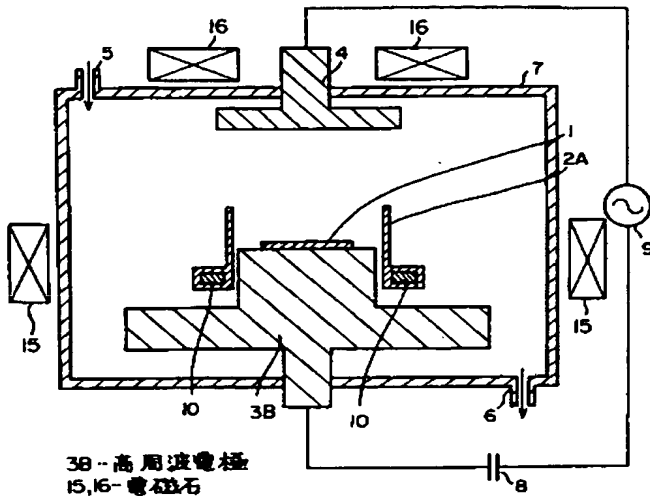


(5)

第4図



第3図



手続補正書

平成 3年 5月8 日

特許庁長官殿

1. 事件の表示 平成2年特許願第287330号
2. 発明の名称 プラズマ処理方法及びプラズマ処理装置
3. 補正をする者
事件との関係 特許出願人
住 所 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号
名 称 (601)三菱電機株式会社
代表者 志 岐 守 哉
4. 代 理 人
住 所 東京都千代田区丸の内3丁目1番1号
因敵ビルディング8階
電話 (03)3216-5811[代表]
氏 名(5787)弁理士 曾 我 道 照

6. 補正の内容

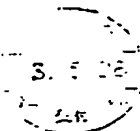
(1)特許請求の範囲を別紙の通り補正する。

以上

5. 補正の対象

(1) 明細書の特許請求の範囲の欄

式 査 市 川



【別 紙】

~~特許請求の範囲~~

特許請求の範囲

(1) 処理容器内に配置された高周波電極に被処理基板を載置し、

上記処理容器内を排気すると共にこの処理容器内に反応性ガスを導入し、

上記高周波電極に高周波電力を印加してプラズマを発生させ上記被処理基板を処理する際に、上記被処理基板の周囲を囲むように配置され磁石が設けられたフォーカスリングを他の磁石の磁場により所定の高さまで浮上させることを特徴とするプラズマ処理方法。

(2) 反応性ガス導入口及び排気口が設けられた処理容器と、

この処理容器内に配置された高周波電極と、

この高周波電極に接続された高周波電源と、

上記高周波電極に載置された被処理基板と、

上記処理容器内に磁場を発生させる磁場発生手段と、

(6)

上記被処理基板の周囲を囲むように配置され磁石が設けられると共に、上記磁場により所定の高さに浮上するフォーカスリングとを備えたことを特徴とするプラズマ処理装置。